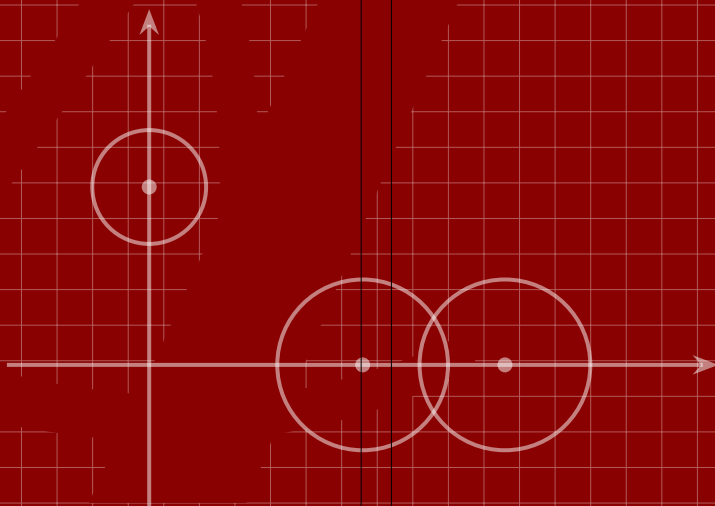


# 矩阵分析

可视化方法

Visual Matrix Analysis



---

---

--

---

# 矩阵分析 可视化方法

Visual Matrix Analysis

A Sample of  $\mathbb{L}_K$ : linearbook.cls.

Designed by

J.Wang

还不知道哪个出版社  
北 京

内容简介

本书比较全面、系统地介绍了矩阵的基本理论、方法及其应用, 全书分上、下两篇, 上篇为基础篇, 下篇为应用篇, 共 8 章, 分别介绍了矩阵的几何理论 (包括线性空间与线性算子, 内积空间与等积变换), 矩阵与若尔当标准形, 矩阵的分解, 赋范线性空间与矩阵范数, 矩阵微积分及其应用, 广义逆矩阵及其应用, 几类特殊矩阵与特殊积 (如非负矩阵与正矩阵、循环矩阵与素矩阵、随机矩阵和双随机矩阵、单调矩阵、M 矩阵与 H 矩阵、T 矩阵与汉克尔矩阵以及克罗内克积、阿达马积与反积等), 前 7 章每章均配有一定数量的习题. 附录中还给出了 15 套模拟自测试题, 所有习题和自测题 (约 1300 题) 的详细解答, 即将由清华大学出版社另行出版.

本书可作为理工科大学各专业研究生的学位课程教材, 也可作为理工科和师范类院校高年级本科生的选修课教材, 并可供有关专业的教师和工程技术人员参考.

版权所有, 侵权必究.

图书在版编目 (CIP) 数据

矩阵分析: 可视化方法 / J. Wang 编著. —北京: 还不知道哪个出版社, 2222  
ISBN 996-7-618-12345-7  
I. ①矩… II. ①Wang… III. ①矩阵分析 IV. ①O151.7x  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2222) 第 777777 号

责任编辑: 阿 磊 陈尼龙  
封面设计: J. Wang  
责任校对: 李涤纶  
责任印制: 谢纯棉

出版发行: 还不知道哪个出版社  
网 址: <http://www.hbzd.press.cn>  
地 址: 北京还不知道那条路 66 号 A 座 邮 编: 000000  
投稿与读者服务:  
质量反馈:

印 刷:  
装 订:  
经 销:  
开 本: 8 in×10 in 印 张: 27.7 字 数: 777 千字  
版 次: 2222 年 7 月第 1 版 印 次: 2222 年 7 月第 7 次印刷  
印 数: 1 ~ 7777  
定 价: 77.77 元

产品编号: 098765-07

---

---

# Contents

<b>第一章 First chapter</b>	<b>1</b>
1.1 标题 1 . . . . .	1
1.1.1 你好 . . . . .	2
<b>第二章 生命不能承受之轻</b>	<b>6</b>
2.1 线性空间上的线性算子与矩阵 . . . . .	6
2.2 我们 . . . . .	6
2.3 我们 . . . . .	7
2.4 我们 . . . . .	7
2.5 我们 . . . . .	7
2.6 我们 . . . . .	7
2.7 我们 . . . . .	8



广泛使用的 `goto` 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 `goto` 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。这种结构一直被使用至今。

## 1.1 标题 1

Test 你好

This first chapter illustrates how to use various elements of this text book template, such as definitions, theorems and exercises. You may want to start each chapter with a meta summary like this one, to explain to the reader what the chapter is all about, why it is important and how it fits into the bigger picture of the book. Another useful tip is to put the contents of each chapter into a separate `LaTeX` file and then use the command `\input{}` to include the chapter in the

广泛使用的 `goto` 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。

如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 `goto` 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

这种结构一直被使用至今。

**例 1.1** 这种结构一直被使用至今。

1.1.1 你好

你好

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

**定理 1.1.1** 广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

**证明** 你好.

你好.

你好

**例 1.2** 广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

**定义 1.1.1** 广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

**引理 1.1.1** 广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

**注** 广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

**解** 广泛使用的 goto 语句虽然简单，曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，

广泛使用的 goto 语句虽然简单，曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，



<p>你好</p> <p><b>证明</b> 广泛使用的 goto 语句虽然简单, 曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机, 就因为使用了过时程序设计方法, 曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机, 就因为使用了过时程序设计方法, ■</p> <p>曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机, 就因为使用了过时程序设计方法, 导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射, 造成了死亡事故。</p> <p>如果没有一个程序设计的基本架构, 计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。</p> <p>终于在 60 年代, 计算机程序设计迎来了新的理论, 当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出, 可以用结构化的程序完全代替 goto 语句, 只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。</p>	
<p>1974 年, 彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践, 他们发明了一种新的编程语言 CLU。广泛使用的 goto 语句虽然简单, 但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读, 又容易造成危险, 甚至还闹出过人命。</p> <p>曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机, 就因为使用了过时程序设计方法, 导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射, 造成了死亡事故。</p> <p>如果没有一个程序设计的基本架构, 计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。</p> <p>终于在 60 年代, 计算机程序设计迎来了新的理论, 当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出, 可以用结构化的程序完全代替 goto 语句, 只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。</p> <p>这种结构一直被使用至今。</p>	
<p>这种结构一直被使用至今。</p> <p>1974 年, 彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践, 他们发明了一种新的编程语言 CLU。</p> <p>广泛使用的 goto 语句虽然简单, 但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读, 又容易造成危险, 甚至还闹出过人命。</p> <p>曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机, 就因为使用了过时程序设计方法, 导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射, 造成了死亡事故。</p> <p>如果没有一个程序设计的基本架构, 计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。</p> <p>终于在 60 年代, 计算机程序设计迎来了新的理论, 当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出, 可以用结构化的程序完全代替 goto 语句, 只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。</p> <p>这种结构一直被使用至今。</p> <p>1974 年, 彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践, 他们发明了一种新的编程语言 CLU。</p> <p>1974 年, 彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践, 他们发明了一种新的编程语言 CLU。</p>	

	<p>广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。</p> <p>曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。</p> <p>如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。</p> <p>终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。</p> <p>这种结构一直被使用至今。</p> <p>1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。</p> <p>终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。</p> <p>这种结构一直被使用至今。</p>
1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。这种结构一直被使用至今。	
	<p>1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。</p> <p>广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。</p> <p>曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。</p> <p>如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。</p> <p>终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。</p> <p>这种结构一直被使用至今。</p>

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时的程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。

如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

这种结构一直被使用至今。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时的程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。

如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

这种结构一直被使用至今。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一

## 生命不能承受之轻

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

这种结构一直被使用至今。

### 2.1 线性空间上的线性算子与矩阵

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

这种结构一直被使用至今。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

### 2.2 我们

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。

如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺

序、选择和循环三种结构即可。

## 2.3 我们

这种结构一直被使用至今。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。

## 2.4 我们

如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

## 2.5 我们

这种结构一直被使用至今。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

## 2.6 我们

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一种新的编程语言 CLU。

广泛使用的 goto 语句虽然简单，但是却没有逻辑章法。用这种方式编写的程序既难以阅读，又容易造成危险，甚至还闹出过人命。

曾经有一种名为 Therac-25 的软件控制的放射治疗机，就因为使用了过时程序设计方法，导致 6 名患者接受严重超剂量的辐射，造成了死亡事故。

## 2.7   我们

如果没有一个程序设计的基本架构，计算机硬件的发展已经超出了程序员能力所能承受之重。

终于在 60 年代，计算机程序设计迎来了新的理论，当时 Böhm 和 Jacopini 两位计算机学家提出，可以用结构化的程序完全代替 goto 语句，只需使用顺序、选择和循环三种结构即可。

这种结构一直被使用至今。

1974 年，彼时仅 35 岁的 MIT 女教授和她的学生将这种思想付诸实践，他们发明了一